

81

Int. Cl.: C 21 d, 7/14

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

82

Deutsche Kl.: 18 c, 7/14

1
15
2

10

11

12

13

14

15

Auslegeschrift 2 003 306

Aktenzeichen: P 20 03 306.1-24

Anmeldetag: 26. Januar 1970

Offenlegungstag: 30. Juli 1970

Auslegungstag: 8. Februar 1973

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

31

Datum:

25. Januar 1969

32

Land:

Japan

33

Aktenzeichen:

6129

54

Bezeichnung:

Verfahren zum Bearbeiten von Stahlwerkstücken, insbesondere zur Herstellung von Membranfedern od. dgl. sowie Einrichtung zur Ausführung des Verfahrens

61

Zusatz zu:

—

62

Ausscheidung aus:

—

71

Anmelder:

K. K. Toyoto Chuo Kenkyusho, Nagoya;
Aisin Seiki Company Ltd., Kariya; Aichi (Japan)

Vertreter gem. § 16 PatG:

Holländer, F. G., Dipl.-Geophys., Patentanwalt, 2000 Hamburg

72

Als Erfinder benannt:

Komatsu, Noboru; Suzuki, Takatoshi; Ito, Takuo; Nagoya;
Hara, Yoshiteru, Hekikai; Asakura, Kouichi, Kariya; Aichi (Japan)

86

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DT-AS 1 171 942

US-PS 1 928 818

2
10

Nummer: 2 003 306
Int. Cl.: C 21 d, 7/14
Deutsche Kl.: 18 c, 7/14
Ausgelegt: 8. Februar 1973

FIG. 1

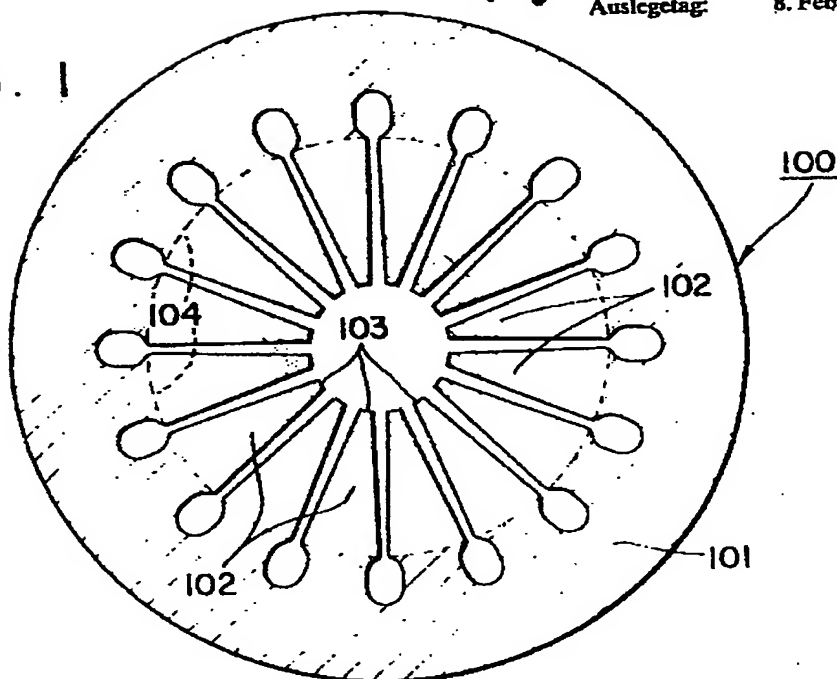


FIG. 2



Erreichbare Endtemperatur °C
in Klammern: Stahlsort oder zugehöriger Ms-
Punkt

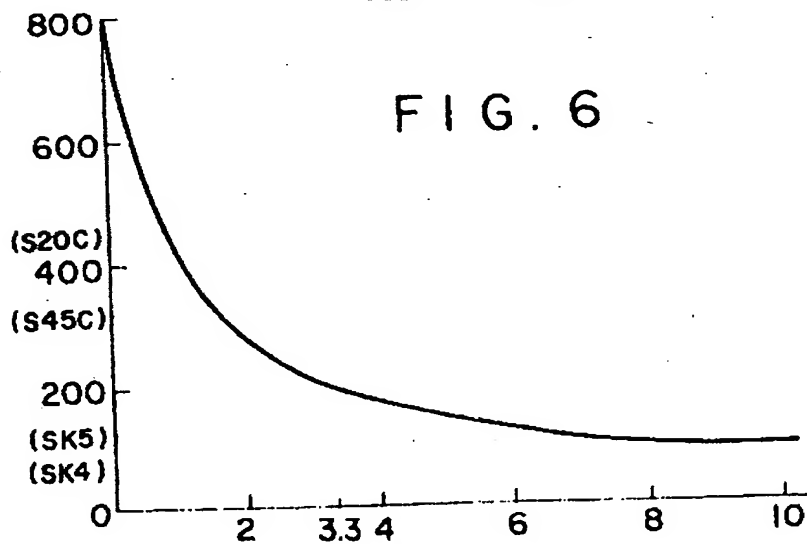


FIG. 6

Wärmekapazitätsverhältnis
Wärmekap. des Kühlwerkzeugs
Wärmekap. des abzuschreckenden Werkstücks

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Bearbeitung von Stahlwerkstücken, insbesondere zur Herstellung von Membranfedern od. dgl., wobei das Werkstück einem Preßvorgang mit Hilfe zweier miteinander zusammenwirkender Formteile und einer Wärmebehandlung unterworfen wird, die eine Erwärmung bis zum austenitischen Zustand und eine Abschreckung umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück als Rohling bis zum austenitischen Zustand erwärmt und dann zwischen den Formteilen unter gleichzeitiger Abschreckung in Form gepreßt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück durch teilweise Einspannung zwischen den Formteilen in Form gepreßt und gleichzeitig nur der eingespannte Teil abgeschreckt wird.

3. Einrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein oberes und ein unteres Formelement (28 bzw. 36), deren Arbeitsflächen (28b, 36b) in ihrer Form den entsprechenden Flächen des fertig bearbeiteten Werkstückes entsprechen und die jeweils einen an eine Quelle für ein flüssiges Kühlmittel angeschlossenen Raum (28a, 36a) enthalten, und durch eine Preßvorrichtung (15), durch die die Formelemente zur Ausübung eines vorbestimmten mechanischen Drucks gegeneinander bewegbar sind.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der zusammenwirkenden Formelemente (28', 36') mit einer Ausnehmung (28d, 36d) versehen ist, welche teilweise die eine örtliche Abschreckung auf das Werkstück ausübende Arbeitsfläche (28b', 36b') begrenzt.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bearbeitung von Stahlwerkstücken, insbesondere zur Herstellung von Membranfedern od. dgl., wobei das Werkstück einem Preßvorgang mit Hilfe zweier miteinander zusammenwirkender Formteile und einer Wärmebehandlung unterworfen wird, die eine Erwärmung bis zum austenitischen Zustand und eine Abschreckung umfaßt. Ferner betrifft die Erfindung eine Einrichtung zur Ausführung des Verfahrens.

Nach dem Stand der Technik werden Zwischen- oder Endprodukte aus Stahlblech in der Weise hergestellt, daß die Teile in aufeinanderfolgenden Schritten in Form gepreßt und gehärtet werden. Die gehärteten oder abgeschreckten Werkstücke zeigen häufig einen beträchtlichen Verzug gegenüber der gewünschten Form. Dadurch werden zusätzliche Bearbeitungsschritte erforderlich, wie Hämmern oder Recken, Anlassen und Pressen, um den durch die Härtung entstandenen Verzug zu beseitigen. Ein solcher Verzug verringert natürlich auch das Ausmaß der Formgenauigkeit und der Abmessung des herzustellenden Werkstückes.

Es ist bereits bekannt (s. die USA.- Patentschrift 1 928 818), bei der Wärmebehandlung eines fertig geformten Propellerflügels, der als Hohlform ausge-

bildet ist, ohne Belastung irgendwelcher flächigen Teile des Propellers die festen Kanten des Propellerflügels in der Weise zu berühren, daß die angewendeten Haltemittel der bei der Abkühlung während der Wärmebehandlung auftretenden Schrumpfung unmittelbar folgen können, d. h. mit der Außenseite des Flügels in Berührung bleiben, ohne eine zusätzliche Formkraft auszuüben. Aus der deutschen Auslegeschrift 1 171 942 ist ein Verfahren bekannt, das zum Verhindern des Wärmeverzuges, der beim Abschrecken eines härtbaren, im wesentlichen ringförmigen Werkstückes eintritt, das während des Abschreckens zwischen Klemmbacken fest eingespannt ist, vorgesehen, daß durch Bewegen der Klemmbacken das Werkstück vor dem Abschrecken um einen zur Achse des Werkstückes konzentrischen neutralen Kreis hin- und hergebogen wird. Die bereits fertige Form des Werkstückes soll dadurch nicht beeinträchtigt, sondern im Gegenteil, erhalten und vor irgendeinem Verzug während des Abschreckvorganges bewahrt bleiben.

Der Stand der Technik sieht demnach zusätzliche Mittel vor, damit während eines Wärmebehandlungs- oder Abschreckvorganges die bereits fertige Form eines Werkstückes so wenig wie möglich beeinträchtigt wird. Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein der Bearbeitung oder Herstellung von Stahlwerkstücken dienendes Verfahren, das auch einen Wärmebehandlungsgang enthält, unter Wahrung oder Verbesserung der bisher erreichbaren Formgenauigkeit durch Einsparung von Arbeitsschritten zu vereinfachen. Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Verfahren der eingangs erwähnten Art in der Weise ausgeführt, daß das Werkstück als Rohling bis zum austenitischen Zustand erwärmt und dann zwischen den Formteilen unter gleichzeitiger Abschreckung in Form gepreßt wird. Dabei kann vorzugsweise auch so vorgegangen werden, daß das Werkstück durch teilweise Einspannung zwischen den Formteilen in Form gepreßt und gleichzeitig nur der eingespannte Teil abgeschreckt wird.

Im Gegensatz zum Stand der Technik wird nach der Erfindung in eine Presse ein Rohling eingelegt, der lediglich vor dem Einlegen in die Presse bis zum austenitischen Zustand erwärmt worden ist. Erst in der Presse erhält das Werkstück seine vorgesehene Form bei gleichzeitiger Abschreckung. Die Erfindung ermöglicht daher einen wesentlichen Fortschritt, da Arbeitsschritte eingespart werden, die bislang für vergleichbare Fertigungsverfahren als unumgänglich notwendig erschienen. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird auch die Herstellungsgenauigkeit mit Bezug auf Form und Abmessung für die nach dem Verfahren hergestellten Erzeugnisse verbessert, obwohl übliche, bislang zur Ausschaltung von vorhergehend aufgetretenen Fehlern vorgesehene Bearbeitungsschritte fortgelassen werden.

Die Erfindung sieht auch eine Einrichtung zur Ausführung des Verfahrens vor. Eine solche Einrichtung ist versehen mit einem oberen und einem unteren Formelement, deren Arbeitsflächen in ihrer Form den entsprechenden Flächen des fertig bearbeiteten Werkstückes entsprechen und die jeweils einen an eine Quelle für ein flüssiges Kühlmittel angeschlossenen Raum enthalten, und mit einer Preßvorrichtung, durch die die Formelemente zur Ausübung eines vorbestimmten mechanischen Drucks gegeneinander bewegbar sind. Eine solche Einrichtung

cann auch so ausgeführt sein, daß jedes der zusammenwirkenden Formelemente mit einer Ausnehmung versehen ist, welche teilweise die eine örtliche Abschreckung auf das Werkstück ausübende Arbeitsfläche begrenzt.

In der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele für das erfindungsgemäße Verfahren und die Einrichtung erläutert und dargestellt. Es zeigt

Fig. 1 eine Draufsicht auf eine zum Einsatz in einer Kraftfahrzeugkupplung geeigneten Membranfeder als Beispiel für die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren herzustellenden Erzeugnisse,

Fig. 2 eine Seitenansicht der Membranfeder nach Fig. 1,

Fig. 3 eine Seitenansicht einer zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zu verwendenden Einrichtung,

Fig. 4 eine vergrößerte Schnittdarstellung wesentlicher Teile der Einrichtung nach Fig. 3,

Fig. 5 ein Diagramm, in welchem die Wärmeeindringzahl ($Kcal/m^2 \cdot ^\circ C \cdot h^{1/4}$) des Werkzeugs gegenüber dem idealen kritischen Durchmesser in Zoll ($= 2,54 \text{ cm}$) des Werkstückes als praktisches Beispiel für das erfindungsgemäße Verfahren abgetragen worden ist,

Fig. 6 ein Diagramm zur Erläuterung der Beziehung zwischen der theoretischen Endtemperatur in $^\circ C$, die nach dem Abschrecken im Werkstück erreicht wird, und dem Wärmekapazitätsverhältnis, d. h. dem relativen Verhältnis zwischen der Wärmekapazität des für die Abschreckung verwendeten Werkzeuges und derjenigen des abzuschreckenden Werkstückes,

Fig. 7 ein Diagramm, welches die Härte von erfindungsgemäß abgeschreckten Werkstücken in Beziehung zu deren Dicken bringt,

Fig. 8 eine Kurvendarstellung zur Veranschaulichung des Einflusses, den der Arbeitsdruck des erfindungsgemäßen Verfahrens auf die Härte und die Dicke des behandelten Erzeugnisses hat,

Fig. 9 eine der Fig. 4 ähnliche Darstellung einer Einrichtung zum örtlich begrenzten Abschrecken nach dem erfindungsgemäßen Verfahren und

Fig. 10 eine Kurvendarstellung, welche die Härteverteilung zeigt, die auf der Oberfläche eines Werkstückes entwickelt worden ist, das mit der abgewandelten Ausführungsform der Erfindung entsprechend Fig. 9 behandelt worden ist.

In den Fig. 1 und 2 ist zur Veranschaulichung ein Werkstück in Gestalt einer Membranfeder für die Verwendung in Kraftfahrzeug-Kupplungen dargestellt; das bekannte Verfahren zum Formpressen und Abschrecken eines solchen Werkstückes wird zur Erläuterung des technischen Hintergrundes der vorliegenden Erfindung nachstehend beschrieben.

Die Membranfeder 100 ist allgemein tellerförmig ausgebildet und weist einen umfänglichen, ringförmigen Hauptfederteil 101 und eine Anzahl radial sich erstreckender, hebelartiger Abschnitte 102 auf, die sich in gleichmäßiger Ausbildung vom Hauptfederteil 101 zur Mitte der Membran hin erstrecken (s. Fig. 1). Jeder der hebelartigen Abschnitte 102 verzweigt sich zum Ende hin, und die inneren Endspitzen 103 aller Hebelabschnitte 102 liegen auf einem Kreis, der eine offene Kreisfläche in der Mitte der Membran umgibt (s. Fig. 1). Die vorstehende Beschreibung und die Zeichnung zeigen, daß die

Membranfeder 100 um ihre Mittelachse rotations-symmetrisch ausgebildet und allgemein kegelförmig ist. Die Membranfeder wird allgemein aus einem hochkohlenstoffhaltigen Stahl hergestellt, und die Hebelenden 103 müssen gehärtet werden, so daß sich eine geringstmögliche Gleitabnutzung ergibt, wenn die Enden in Berührung mit einem üblichen Lagerteil einer Kraftfahrzeugkupplung treten, die im einzelnen nicht dargestellt ist. Die anderen Teile der Membranfeder müssen demgegenüber allgemeine Federeigenschaften haben. Um diesen besonderen Anforderungen zu genügen, wird die Membranfeder entsprechend den nachstehend erläuterten aufeinanderfolgenden Herstellungsschritten bearbeitet:

- a) Ein allgemein kreisförmiges Stück wird aus einem größeren Stahlblechabschnitt ausgestanzt, so daß es eine Anzahl hebelartiger Abschnitte 102 und einen ringförmigen Hauptteil 101 aufweist, der einteilig mit den hebelartigen Abschnitten ausgebildet ist.
- b) Das derart ausgestanzte ebene Stück wird in einer Formpresse auf Kegelform gebracht.
- c) Das derart mit einer Kegelform versehenen Stück wird auf etwa $830^\circ C$ 20 Minuten lang erwärmt und dann in einem Ölbad abgeschreckt, um das Stück als Ganzes zu härten.
- d) Das gehärtete Stück wird dann auf etwa $320^\circ C$ 90 Minuten lang erwärmt und dann auf Normaltemperatur luftgekühlt, um ein provisorisches Anlassen zu bewirken.
- e) Das derart vorläufig angelassene Stück wird auf etwa $450^\circ C$ 180 Minuten lang erwärmt und dann auf Normaltemperatur durch Luftkühlung gebracht, um das Stück anzulassen und zu pressen und den Verzug zu beseitigen.
- f) Das derart gepreßte und angelassene Stück wird an den Endspitzen der Hebelabschnitte einer Hochfrequenz-Induktionshärtung unterworfen.
- g) Die Hebelabschnitte werden einem Anlaßvorgang unterworfen.

Diese Erläuterungen zeigen, daß nach dem bekannten Verfahren zur Herstellung von Membranfedern der gesamte Vorgang eine lange Behandlungsdauer und besonders geübte Arbeitskräfte erfordert, und zwar vor allem wegen der gesondert anzuwendenden Abschreck- und wiederholten Anlaß-Schritte, wie vorstehend unter c) bis e) angegeben worden ist, und wegen der Beseitigung des unvermeidbar auftretenden Wärmeverzuges.

Die vorliegende Erfindung sieht vor, mehrere Behandlungsschritte von b) bis e), beginnend mit dem Formpressen und endend mit dem einen Verzug beseitigenden Anlassen, in einem Schritt und in der kürzestmöglichen Zeitspanne derart auszuführen, daß ein aus einem Blechmaterial ausgestanztes Stahlstück, das auf eine Abschrecktemperatur erwärmt worden ist, einer Formpressung unterworfen wird. Dabei wird gleichzeitig das Stück in seiner Lage mittels Formteilen gehalten, welche nicht nur dem Stück die gewünschte Raumform verleihen, sondern auch Wärme von dem Stück aufnehmen, um das Stück gleichzeitig mit der Formpressung zu seiner schließlich Raumform abzuschrecken.

In den Fig. 3 und 4 ist eine Einrichtung dargestellt, die bevorzugt zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens verwendet wird.

Die erfindungsgemäße Einrichtung weist eine Grundplatte 10 auf, die mit einer Mehrzahl von Füßen 11 versehen ist, welche auf einer Bodenfläche 12 stehen. Mehrere senkrechte Posten 13 sind mit ihren unteren Enden starr an der Grundplatte 10 befestigt. Eine starre obere Querplatte 14 ist fest an den oberen Enden der Posten angeordnet. Ein Hydraulikzylinder 15 ist starr auf der Platte 14 angeordnet; die dafür verwendeten Befestigungsmittel sind aus der Zeichnung als bekannt fortgelassen worden. Die inneren Zylinderräume 22 und 23, die durch einen gleitfähig im Zylinder 15 angeordneten Kolben 24 voneinander getrennt sind, sind über entsprechende Rohrleitungen 16 und 17 und eine Steuerventilanordnung 18 mit einer üblichen Quelle für hydraulischen Druck verbunden, die etwa ein nicht dargestellter Druckölbehälter, eine Ölpumpe od. ä. sein kann. Das Steuerventil 18 ist so gebaut und angeordnet, daß durch Betätigung eines zum Ventil gehörenden Steuerhebels 19 der Fluß von Drucköl durch die Leitungen 16 und 17 an- und abgeschaltet werden kann, um Öl dem Zylinder zuzuführen oder von ihm abzuziehen.

Ein Schlitten oder Preßstempel 20 ist als waagrecht sich erstreckende starre Platte ausgebildet, die mit einer Mehrzahl Muffen 21 versehen ist, welche gleitfähig auf den Pfosten 13 sitzen.

Der Hydraulikzylinder 15 ist mit einem oberen Flanschdeckel 15a und einem unteren Flanschdeckel 15b versehen, die durch eine Mehrzahl von im einzelnen der Einfachheit halber nicht dargestellten Bolzen starr befestigt sind und die unter Zwischenfügung von entsprechend angeordneten, bekannten Dichtungsmitteln, die ebenfalls nicht dargestellt sind, die Zylinderräume 22 und 23 abdichten. Der Kolben 24 ist starr mit einer senkrecht sich erstreckenden Kolbenstange 25 verbunden, die ihrerseits an ihrem unteren Ende starr mit dem Preßstempel 20 verbunden ist, wobei wiederum die Befestigungsmittel zur Vereinfachung der Zeichnung nicht dargestellt sind. Die aus Kolben 24, Kolbenstange 25 und Preßstempel 20 bestehende Anordnung ist daher in senkrechter Richtung gleitfähig, wie durch den Doppelpfeil 25' in Fig. 3 angedeutet ist. Zu diesem Zweck wird die hydraulische Arbeitsflüssigkeit, z. B. Öl, durch entsprechende Einstellung des Steuerventils 18 in der oberen oder unteren Zylinderkammer 22 bzw. 23 unter Druck gesetzt.

Eine Halterungsplatte 26 ist mittels einer Reihe von Schrauben 27 an der Bodenfläche des Preßstempels 20 befestigt und trägt ein oberes Formelement 28, das mittels Befestigungsschrauben 29 starr an der Platte 26 angeordnet ist. Das Formelement hat im wesentlichen die Form eines abgestuften Hohlzylinders. Das Formelement 28 weist eine Bodenwand mit einer Ausrichtungsannehmung 129 auf, die so geformt und angeordnet ist, daß sie mit einem passenden Zapfen 30 zusammenarbeitet, wie noch erläutert wird. Der Innenraum 28a des Formteiles 28 ist mittels einer Deckelplatte 31 abgeschlossen, die abgedichtet mittels eines Dichtungsringes 32 durch mehrere Bolzen 33 an einer Schulterfläche 34 befestigt ist, welche an einem oberen Teil des Formteiles 28 ausgebildet ist. Die Bodenfläche 28b um den Ausrichtungsanschnitt 129 herum ist eine kegelstumpfförmige Ringfläche, welche in die innere kegelstumpfförmige Fläche der herzustellenden Membranfeder 40 paßt. Der abgedichtet abgeschlossene Innenraum

28 des oberen Formteiles dient als Kühlflüssigkeitsraum, in den hinein ein Kühlmittel, vorzugsweise kaltes Wasser, durch eine biegsame Schlauchleitung 43 eingespeist wird. Der Auslaß erfolgt durch einen Kanal 133, der seitlich durch den oberen Teil der Formteilmwand gebohrt ist. Ein biegsamer Schlauch 34 ist an seinem einen Ende fest mit dem Kanal 133 verbunden. Eine Rohrleitung 35 schließt fest an das entgegengesetzte Ende des biegsamen Schlauches 34 an.

Eine untere Halterungsplatte 38, die in ihrer Art und Funktion der oberen Halterungsplatte 26 entspricht, ist durch Schrauben 37 an der Oberseite 10a der Grundplatte 10 befestigt (s. Fig. 4). Die Platte 38 trägt ihrerseits einen daran durch mehrere Schrauben 39 starr befestigten unteren Formteil 36, der im wesentlichen ein umgekehrt stehender zylindrischer Behälter ist. Der Innenraum 36a ist durch eine Deckelplatte 49 ähnlich dem oberen Deckel 31 abgedichtet abgeschlossen. Die Platte 49 ist unter Zwischenfügung von einem Dichtungsring 44 durch Schrauben 48 befestigt, und der damit abgedichtet abgeschlossene Innenraum 36a dient wiederum als Kühlflüssigkeitskammer wie die Kammer 28a des oberen Formteiles. Die obere oder Arbeitsfläche 36b des unteren Formteiles 36 hat allgemein eine die Fläche 28b des oberen Formteiles 28 ergänzende Form und ist mit einer mittleren Ausnehmung 136a versehen, in die ein runder Ausrichtungs- oder Einstellzapfen 30 für ein zu bearbeitendes Werkstück 40 eingepaßt ist. Das Werkstück ist entsprechend mit einer mittleren Öffnung 40a versehen, in die der Zapfen gleitend eingreift.

Der untere Formteil ist mit einem Kanal 134 ausgebildet, der durch den unteren Teil der Umfangswand der Form 36 gebohrt ist und an den eine Kühlmittelzufuhrleitung 42 fest angeschlossen ist, die mit einer nicht dargestellten Kühlmittelquelle verbindet. Ein Steuerventil 45 ist in der Leitung 42 angeordnet, um das Ausmaß der Kühlmittelzuführung zu steuern. Das Kühlmittel ist vorzugsweise kaltes Wasser. Beide Kühlkammern 28a und 36a sind miteinander durch einen biegsamen Schlauch 43 verbunden, der an seinen Enden (s. Fig. 4) an die Kammern anschließt.

Im folgenden wird ein Verfahren zum gleichzeitigen Formpressen und Abschrecken nach der Erfindung im einzelnen beschrieben, wobei gleichzeitig die Arbeitsweise der mit Bezug auf die Fig. 3 und 4 beschriebenen Presse erläutert wird.

In einem Beispiel hatte das zu behandelnde Werkstück 40, ein Membranfeder-Rohling, einen äußeren Durchmesser von 170 mm und eine Dicke von 2 mm. Das Material des Stückes war ein Kohlenstoff-Werkzeugstahl der Klasse 5 (JIS, SK-5). Das Material der Formen 28 und 36 war Maschinenbau-Kohlenstoff-Stahl (JIS, S45C). Der Ausdruck »JIS« ist eine Abkürzung von »Japanese Industrial Standards«.

Das ebene Membranfederstück wurde in einem geeigneten Ofen od. dgl. auf eine einen austenitischen Zustand herbeiführende Temperatur von etwa 830° C erwärmt. Es wurde schnell aus dem Ofen herausgenommen und dann auf den unteren Formteil 36 gesetzt, dessen Ausrichtezapfen 30 in Flucht mit der mittleren runden Öffnung 40a des Stückes 40 gebracht wurde. Danach wurde das Steuerventil 18 so betätigt, daß unter Druck stehende Arbeitsflüssigkeit durch die Leitung 16 in den oberen Zylinderraum 22 eingespeist und die Preßstempelanordnung, die aus

dem Kolben 24, der Kolbenstange 25, der Preßstempelplatte 20, der oberen Halterungsplatte 26 und dem oberen Formteil 28 besteht, zwangsweise abwärts auf die untere Form 36 gefahren wurde. Dadurch wurde das Stück unter hohem Druck in seine Einspannungstellung zwischen den beiden Formteilen gebracht. Während dieses Preß- und Abschreckungsvorganges wurde die Oberfläche des Werkstückes in Druckberührung mit der Arbeitsfläche des oberen Formteiles und in gleicher Weise die Bodenfläche des Werkstückes in Druckberührung mit der Arbeitsfläche der unteren Form gebracht. Auf diese Weise wurde das Stück unter Kraftaufwendung aus seiner ebenen Form in die endgültige, im wesentlichen kegelstumpfförmige Form gebracht, die in Fig. 2 gezeigt ist. Gleichzeitig wurde von dem Stück eine merkliche Wärmemenge abgegeben, und zwar durch die Wände der entsprechenden Formteile hindurch in das umlaufende Kühlmittel hinein, das vorzugsweise aus kaltem Wasser bestand und die Wärme abführte. Auf diese Weise wurde das Stück auf die gewünschte Gestalt formgepreßt und gleichzeitig wirksam abgeschreckt.

Der Anwendungsdruck der Form, mit dem auf das Stück eingewirkt wird, kann zwischen 6 und 2000 kg pro Quadratcentimeter betragen, je nach Größe und Abmessungen des zu behandelnden Stückes. Die Form- und Abschreckpresse kann auch beträchtliche Ausmaße haben, so daß selbst größere Erzeugnisse behandelt werden können. Alle praktischen Versuche haben erstaunlich günstige Ergebnisse bei Erzielung des kombinierten Formpreß- und Abschreckeffektes gezeigt.

An Hand der Darstellungen in den Fig. 5 und 6 wird die Möglichkeit erläutert, die richtige Art des Materials und die erforderliche Wärmekapazität für die Kühlwerkzeuge in Abhängigkeit von der Materialart und Größe oder der Wärmekapazität des zu behandelnden Stückes auszuwählen, wobei auf verschiedene Versuchsergebnisse Bezug genommen wird. Es kann erwartet werden, daß mit Vergrößerung des Wärmeflusses durch die Preß- und Abschreckformen mit einer höheren Kühlgeschwindigkeit für das zu behandelnde Werkstück zu rechnen ist. Ferner ist zu beachten, daß die Temperatur T , die an der Berührungsfläche in dem Augenblick beobachtet wird, wenn zwei Körper mit verschiedenen Temperaturen in physischem Kontakt miteinander gebracht werden, durch die folgende Formel bestimmt werden kann:

$$T = \frac{T_1 \cdot b_1 + T_2 \cdot b_2}{b_1 + b_2} \quad (1)$$

Hierbei sind T_1 und b_1 die Anfangstemperatur und die Wärmeeindringzahl oder der Wärmefuß des einen Körpers und T_2 und b_2 die entsprechenden Größen des anderen Körpers.

Als Beispiel soll ein Fall betrachtet werden, bei welchem ein zu behandelndes Stück aus Kohlenstoffstahl, das auf 800°C ($=T_1$) erwärmt ist, abzuschrecken ist. Es fragt sich, welche Art von Material und welche Wärmeeindringzahl für die Abschreck-Formen gewählt werden soll. Zu diesem Zweck kann die folgende Berechnung ausgeführt werden:

Die Wärmeeindringzahl ($=b_1$) für Kohlenstoffstahl kann sicher mit etwa $200 \text{ Kcal/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}^{1/2}$ und die Temperatur (T_2) des kühlenden Werkzeuges kann

mit etwa 20°C angenommen werden. Falls der Stahl über die perlitische Umwandlungstemperatur des Stahls, d. h. die Temperatur des nasenartigen Vorsprunges an der S-Kurve des Stahls, von etwa 500°C ($=T_2$), sofort bei Berührung des Stahls mit dem Abschreckwerkzeug abgeschreckt wird, kann der gewünschte Abschreckeffekt tatsächlich erreicht werden. Wenn diese Werte in die oben angegebene Formel (1) eingesetzt werden, ergibt sich

$$b_2 = 125 \text{ Kcal/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}^{1/2}$$

Demnach ist ein Werkzeugmaterial brauchbar, das einen größeren Wert für die Wärmeeindringzahl als den vorstehend berechneten Wert von b_2 aufweist. Aus der Darstellung in Fig. 5 ist zu entnehmen, daß Kupfer, Silber und Eisen größere Wärmeeindringzahlen als die oben angegebene aufweisen. Demnach kann irgendeines dieser Metalle zu Abschreckzwecken verwendet werden. In der vorstehenden Rechnung sind jedoch der Wärmewiderstand zwischen den sich berührenden Flächen und die Härtebarkeit der Legierungsart vernachlässigt worden. Es kann aber nicht stets gesagt werden, daß der Abschreckeffekt ausschließlich von der Oberflächentemperatur des zu behandelnden Stückes bei Berührung mit dem Abschreckwerkzeug abhängt, da die Art des Berührungswärmewiderstandes, die Härtebarkeit des zu behandelnden Stückes und die Größe oder die Wärmekapazität des zu behandelnden Stückes ebenfalls berücksichtigt werden müssen. In Fig. 5 sind Versuchsergebnisse dargestellt, welche die Beziehung der Wärmeeindringzahl (b) und der Härtebarkeit mit Bezug auf die Größe des zu behandelnden Stückes veranschaulichen, wobei die Härtebarkeit durch den idealen kritischen Durchmesser D_1 dargestellt ist. Bei größeren Werten dieses Durchmessers ist die Härtebarkeit entsprechend hoch.

In der Darstellung der Fig. 5 zeigt die Kurve A die Beziehung zwischen der erforderlichen Wärmeeindringzahl und der Art des Materials im Fall einer Abschreckbehandlung einer Stahlplatte mit 2 mm Dicke. Entlang der Ordinaten-Achse sind mehrere repräsentative Stoffe in der Ordnung ihrer Wärmeeindringzahl eingetragen. Wenn z. B. eine Platte aus JIS S 45 C mit D_1 von nahezu gleich 20,32 mm und einer Dicke von 2 mm abgeschreckt werden soll, kann die Wärmeeindringzahl der Kühlform aus der Kurve A bestimmt werden mit

$$b = 200.$$

Wenn daher eine Platte, die aus dieser Art Stahl hergestellt ist und eine Dicke von 2 mm aufweist, abgeschreckt werden soll, genügt ein Wert der Wärmeeindringzahl von über 200 für den gewünschten Zweck, und das Material des Abschreckwerkzeuges kann aus Eisen, Aluminium oder Kupfer bestehen. Die gewünschte Abschreckung kann in diesem Fall verwirklicht werden, indem irgendeine Kombination aus dem Bereich über der Kurve A gewählt wird. In gleicher Weise zeigt das Gebiet über der Kurve B die verschiedenen Kombinationen, welche ein Abschrecken einer Stahlplatte von 6 mm Dicke ermöglichen. Das Gebiet über der Kurve C zeigt in gleicher Weise verschiedene Kombinationen, welche eine Abschreckungsbehandlung einer 25 mm dicken Stahlplatte ermöglichen. Nicht-eisen-Material,

wie Aluminium, zeigt ähnliche Verhältnisse wie die hier erläuterten.

Bezüglich der Wärmekapazität (spezifische Wärme multipliziert mit Gewicht), Kcal/°C, kann die Abschreckung leichter verwirklicht werden, wenn das Kühlmaterial einen höheren Wert als das zu behandelnde Stück aufweist.

Die erreichbare Endtemperatur T (°C) des behandelten Stückes kann aus der folgenden Formel berechnet werden:

$$T = \frac{C_1 T_1 + C_2 T_2}{C_1 + C_2} \quad (2)$$

Hierin bedeuten C_1 die erforderliche minimale Wärmekapazität des zu behandelnden Stückes, T_1 die anfängliche Temperatur des Stückes, T_2 die anfängliche Temperatur des Kühlmaterials und C_2 die Wärmekapazität des Kühlmaterials.

Nachstehend soll ein Musterfall betrachtet werden, bei welchem ein Stahlstück durch Berührung mit einem festen Kühlmaterial abgeschreckt wird. Die theoretisch erreichbare Endtemperatur des Stückes nach Berührung mit dem Abschreckmaterial muß niedriger als die Temperatur sein, bei welcher die Umwandlung in Martensit beginnt, d. h. unter dem Ms-Punkt liegen. Im Fall der Abschreckungsbehandlung eines Stahls mit einem Ms-Punkt von 200°C (= T) bei einer Ausgangstemperatur von 800°C (= T_1) und unter der Annahme, daß die Temperatur des Abschreckwerkzeuges bei 20°C (= T_2) liegt, ist das Verhältnis C_2/C_1 nahezu gleich 3,3, wenn diese Werte in die Formel 2 eingesetzt werden. Um die Temperatur des Werkstückes durch eine Abschreckberührung der vorstehend geschilderten Art auf einen unter dem Ms-Punkt liegenden Wert zu bringen, muß die Wärmekapazität des abschreckenden Materials wenigstens das 3,3fache derjenigen des zu behandelnden Stückes betragen. Wenn die zu erreichende Endtemperatur des Werkstückes gegen das Verhältnis zwischen der Wärmekapazität des Werkstückes und derjenigen des abschreckenden Materials abgetragen wird, ergibt sich eine Kurve, wie sie beispielsweise in Fig. 6 dargestellt ist. Die Ms-Punkte mehrerer bevorzugter Materialien sind entlang der Ordinaten-Achse eingezeichnet.

Nachfolgend werden mehrere besondere Erscheinungen an Hand von praktischen Versuchen beschrieben. In diesen Versuchen bestehen die Form- und Abschreck-Werkzeuge aus Baumaschinen-Kohlenstoffstahl der Type JIS, S 45 C.

Fig. 7 zeigt mehrere Vergleichskurven. Für diese Kurven waren die Werkstückmaterialien JIS, S 45 C und JIS, SCM 4, wobei das letztgenannte Material ein Chrom-Molybdän-Stahl der Klasse 4 ist. Bei Festsetzung der abgeschreckten Härte auf $H_R C 55$ war die härtbare Dicke von Stahlplattenwerkstücken gleich oder sogar größer wie diejenige bei üblichen Ölabschreckverfahren. In den Vergleichsversuchen nach Fig. 7 wurden Muster von 850°C nach dem erfindungsgemäßen Verfahren abgeschreckt und Vergleichsversuche mit Ölabschreckung angestellt. Die abgeschreckte Härte wurde gegen die Dicke des Musters abgetragen. Aus der Darstellung ist zu sehen, daß etwa 8 mm dicke Muster aus JIS, S 45 C und etwa 16 mm dicke Muster aus JIS,

SCM 4 wirksam nach der Erfindung abgeschreckt werden konnten.

Aus Fig. 8 ergibt sich, daß bei der Ausführung des erfindungsgemäßen Abschreckverfahrens mit einem beträchtlich großen Bereich von Formanwendungsdrücken gearbeitet werden kann, um eine gleichmäßig verteilte Abschreckhärte und eine spezifische Dicke des Musters zu verwirklichen, wie im Fall einer Membranfeder für die Verwendung in Kraftfahrzeugkupplungen, wie oben erwähnt wurde. In dieser Figur wurde die abgeschreckte Härte gegenüber dem Formdruck abgetragen. An der rechten Seite der Darstellung und entlang der Ordinaten-Achse sind die Enddicken der abgeschreckten Muster angezeigt.

Danach beträgt der Anwendungsdruck der Form, der erforderlich ist, um eine gleichmäßige Verteilung der abgeschreckten Härte zu erreichen, 6 kg/cm² oder mehr. Andererseits liegt der Formanwendungsdruck, der erforderlich ist, um eine gleichmäßige Dicke des abgeschreckten Stahlblechwerkstückes zu erreichen, in einem Bereich von 0 bis 2000 kg/cm², d. h. in einem beträchtlich großen Bereich. Es empfiehlt sich, aus dem oben angegebenen Druckbereich einen einerseits möglichst geringen, jedoch andererseits genügend großen Druck auszuwählen, um den gewünschten Formpreß-Effekt für das behandelte Werkstück zu erreichen. Falls jedoch eine Verringerung der Dicke des Stahlblechwerkstückes während des Formpreß- und Abschreckvorganges in einem gewissen Ausmaß zulässig ist oder statt dessen eine Verringerung der Dicke des zu behandelnden Werkstückes tatsächlich gewünscht wird, hat der Formanwendungsdruckbereich, der oben genannt wurde, eine geringere Bedeutung.

In der folgenden Aufstellung wird das Ergebnis eines Vergleichsversuches gezeigt, wobei die Unterschiede in der Höhe der Hebelenden als ein Maß für den entstandenen Abschreck-Verzug in den abgeschreckten Stahlerzeugnissen, nämlich den Membranfedern für Kraftfahrzeugkupplungen, verwendet werden. Dabei sind diese Werkstücke vergleichsweise mit dem bekannten Öl-Abschreckverfahren einerseits und andererseits mit dem Formpreß- und Abschreckverfahren nach der Erfindung behandelt worden. Es hat sich herausgestellt, daß die erfindungsgemäß behandelten Werkstücke nur 1/8 bis 1/4 des bei den üblichen Abschreckverfahren auftretenden Verzuges aufweisen.

Art des Abschreck-Verfahrens	Unregelmäßigkeit in der Höhe am äußeren Rand	Unregelmäßigkeit in der Höhe an den inneren Hebelenden
Bekanntes Verfahren (Öl-Abschreckung)	1,12 mm	3,61 mm
Erfindungsgemäßes Verfahren (Formpressen und Abschrecken)	0,14 mm	0,25 mm

Die Zahlen dieser Gegenüberstellung sind Mittelwerte von 50 Versuchsmustern für jeden Fall.

Die Unregelmäßigkeit in der Höhe am äußeren Umfang des Werkstückes wurde derart gemessen

daß die erzeugte Membran-Feder auf eine Ebene Platte gesetzt wurde und die örtlichen Lücken zwischen dem Rand der Bodenfläche der Membran und der Fläche genau gemessen wurden. Wenn die Lücke mit Null gemessen wurde, wurde angenommen, daß kein Abschreckungs-Verzug vorhanden war. Andererseits wurde die Unregelmäßigkeit in der Höhe an den inneren Hebelenden durch die Höhendifferenz zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Hebelende bestimmt. Falls die Differenz Null war, wurde angenommen, daß der Abschreckungs-Verzug in dieser Hinsicht ebenfalls Null war.

Nachfolgend soll das erfindungsgemäße Verfahren mit dem üblichen Verfahren in bezug auf den Erwärmungszyklus verglichen werden. Ein bekanntes Vergleichsverfahren weist die nachstehenden vier Behandlungsschritte in Reihenfolge auf:

1. Formpressen eines ebenen Membranfederwerkstückes zur Erzielung der gewünschten Kegelform.
2. Erwärmung des formpressenden Werkstückes auf etwa 830° C über 20 Minuten und Eintauchen in ein Ölbad zum Abschrecken,
3. Erwärmung des abgeschreckten Werkstückes auf etwa 320° C für etwa 90 Minuten und Luftabkühlung auf normale Temperatur, um die Härte auf einen gewissen kleinen Grad zu verringern,
4. Erwärmung des derart behandelten Werkstückes auf etwa 450° C während 180 Minuten, wobei es zwangsweise in seiner Lage durch Anlegen von Einspannmitteln gehalten wird, und Luftabkühlung auf normale Temperatur zum Anlassen und zum Beseitigen eines Abschreckungs-Verzuges.

Nach dem erfindungsgemäßen Abschreck-Verfahren wird das ebene Werkstück auf etwa 830° C 20 Minuten lang erwärmt und dann zwischen einem Paar Preßformen eingespannt, wodurch das Werkstück sowohl abgeschreckt als auch formgepreßt wird.

Das derart abgeschreckte und formgepreßte Werkstück zeigt nur einen äußerst geringen Abschreckungs-Verzug, wie auch aus der vorstehenden Gegenüberstellung hervorgeht. Dadurch wird praktisch ein zusätzlicher, gesonderter Schritt zur Beseitigung des Verzuges, der üblicherweise nach dem Stand der Technik angewendet wird, überflüssig. Es ist nur erforderlich, das abgeschreckte Werkstück auf etwa 450° C während etwa 90 Minuten zu erwärmen und dann auf normale Temperatur in der Luft zu kühlen, um einen Anlaßeffekt zu erreichen. Daher besteht das ganze Verfahren aus nur zwei Wärmebehandlungsschritten, wodurch die gesamte Wärmebilanz verbessert wird.

Praktische Versuche haben gezeigt, daß das erfindungsgemäße Verfahren in einer solchen Weise verwirklicht werden kann, daß das Stahlwerkstück in der Form gepreßt und gleichzeitig örtlich abgeschreckt wird.

Eine abgewandelte Form des erfindungsgemäßen Verfahrens und eine Einrichtung zu dessen Ausführung wird mit Bezug auf die Fig. 9 und 10 beschrieben.

In diesem Fall wird auf einer abgewandelten Einrichtung (s. Fig. 9) ein Membranfederwerkstück 40'

behandelt, das zur Verwendung in Kraftfahrzeugkupplungen bestimmt und aus einem Stahlblech vorgefertigt ist, das 2 Millimeter Dicke hat. Das Stahlmaterial ist Werkzeug-Kohlenstoffstahl der Klasse 5 entsprechend den Bestimmungen des JIS, SK-5.

Die Behandlung wird so ausgeführt, daß das Werkstück auf die gewünschte Form eines Kegelstumpfes formgepreßt wird, während es gleichzeitig einer Abschreckung nur örtlich auf dem umfänglichen, ringförmigen Abschnitt 101' unterworfen wird, der in Fig. 1 durch eine punktierte Kreislinie 104 abgegrenzt ist und sich außerhalb dieser Linie befindet.

Zu diesem Zweck sind das obere und das untere Formelement 28 und 36 mit entsprechend aufeinanderpassenden Arbeitsflächen 28b' und 36b' ausgebildet, deren Flächengröße kleiner als in der ersten Ausführungsform ist, um die gewünschte örtliche Abschreckung von der Ober- und der Unterseite der umfänglichen ringförmigen Zone des Werkstückes aus auszuführen. Der übrige Teil der Arbeitsflächen der Formteile ist im wesentlichen angenommen, wie bei 28d und 36d dargestellt ist, um zu verhindern, daß das Werkstück in irgendeine körperliche Berührung mit den Preßformen tritt.

Die Einzelheiten des Verfahrens sind in diesem Fall die gleichen wie bei der ersten Ausführungsform. Das Membranfederwerkstück 40' wird auf eine Abschreck-Temperatur erwärmt und dann auf das untere Formelement 36' um den Ausrichtungszapfen 30' herumgelegt, worauf das obere Formelement 28' auf das untere Formelement hydraulisch gesenkt wird, wobei das zentrisch angeordnete, zu behandelnde Werkstück dazwischen liegt. Dabei wird in diesem Fall der äußere umfängliche Ringabschnitt 101' des Werkstückes in wärmeleitende Druckberührung mit den entsprechenden Arbeitsflächen 28b' und 36b' gebracht. Die übrige Fläche des Werkstückes wird daran gehindert, mit den pressenden und abschreckenden Formelementen in Berührung zu treten, wie bereits erwähnt worden ist. In Fig. 9 ist der derart eingespannte Ring 101' mit »y« gekennzeichnet, während der übrige, berührungsfreie Bereich mit »x« bezeichnet ist. Auf diese Weise wird nur der eingespannte und gepreßte Bereich »y« abgeschreckt, während der übrige, berührungsfreie Bereich keinerlei Abschreckungswirkung unterliegt.

Fig. 10 zeigt eine Kurve, welche eine Verteilung der Härte nach dem Abschrecken in dem derart behandelten Werkstück veranschaulicht. Nach der Kurve ist der äußere Randbereich 101' des Werkstückes 40' mit einer radialen Länge »y« (s. oben) einer merklichen Abschreckung unterworfen worden, die zu einer Härte von H_{RC} von 65° führt, während der übrige, berührungsfreie Bereich mit einer radialen Länge »x« nicht abgeschreckt worden ist und im Mittel eine Härte von H_{RC} 30° zeigt. Die Temperatur, von der aus das Werkstück abgeschreckt worden ist, hat 830° C betragen, wie bei den vorhergehenden Beispielen.

Auf diese Weise ist das Werkstück formgepreßt und gleichzeitig wirksam abgeschreckt worden.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, daß das erfindungsgemäße Verfahren eine kombinierte Formpreß- und Abschreckungswirkung zeigt, die entweder auf das gesamte Werkstück oder örtlich begrenzt und mit einem geringstmöglichen Abschreckungsverzug ausgeführt werden kann. Ein sonst erforderlicher Anlaßvorgang mit Einspannung zur Beseitigung der

13

merklichen Verformung, die bei bekannten Abschreckverfahren auftritt, wird praktisch überflüssig.

Außerdem wird die Härteverteilung in dem abgeschreckten Werkstück äußerst gleichmäßig, wodurch sich ein weiterer Vorteil bei der Anwendung der Erfindung ergibt.

Unter gewissen Umständen können die Formelemente und/oder das zu behandelnde Werkstück oberflächenbehandelt werden, um die Abschreckwirkung zu beschleunigen oder zu verzögern. Zu 10

diesem Zweck kann eine Flüssigkeit oder ein Pulver auf die Arbeitsflächen der Formelemente oder sogar auf die zu behandelnde Fläche des Werkstückes selbst aufgebracht werden. Es kann auch eine Metallfolie zwischen das Werkstück und die Arbeitsfläche des Formelementes gelegt werden. Um eine noch wirksamere Kühlung durch das Kühlmittel zu erreichen, kann dieses vor Einspeisung in die Formkühlräume vorgekühlt werden. Unter bestimmten Umständen kann eine Kühl-Sole verwendet werden.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

2
10

Nummer: 2 003 306
Int. Cl.: C 21 d, 7
Deutsche Kl.: 18 c, 7/1
Auslegungstag: 8. Febru

FIG. 1

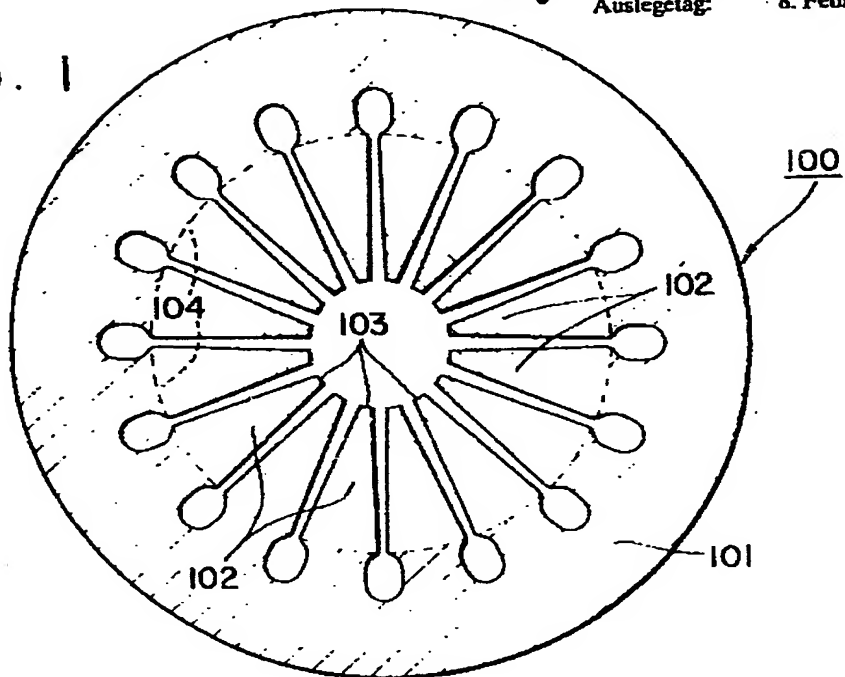


FIG. 2



Erreichbare Endtemperatur $^{\circ}\text{C}$
in Klammern: Stahlsorten an zugehörigen Ab-
Punkt.

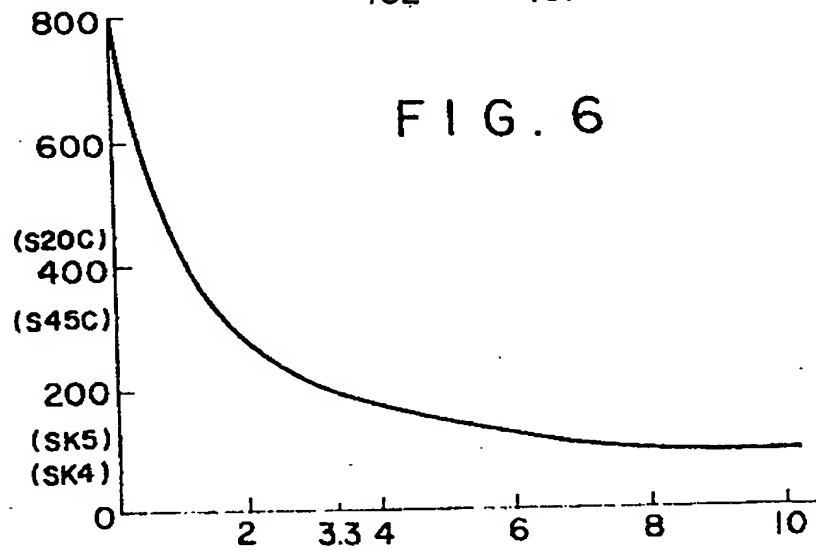


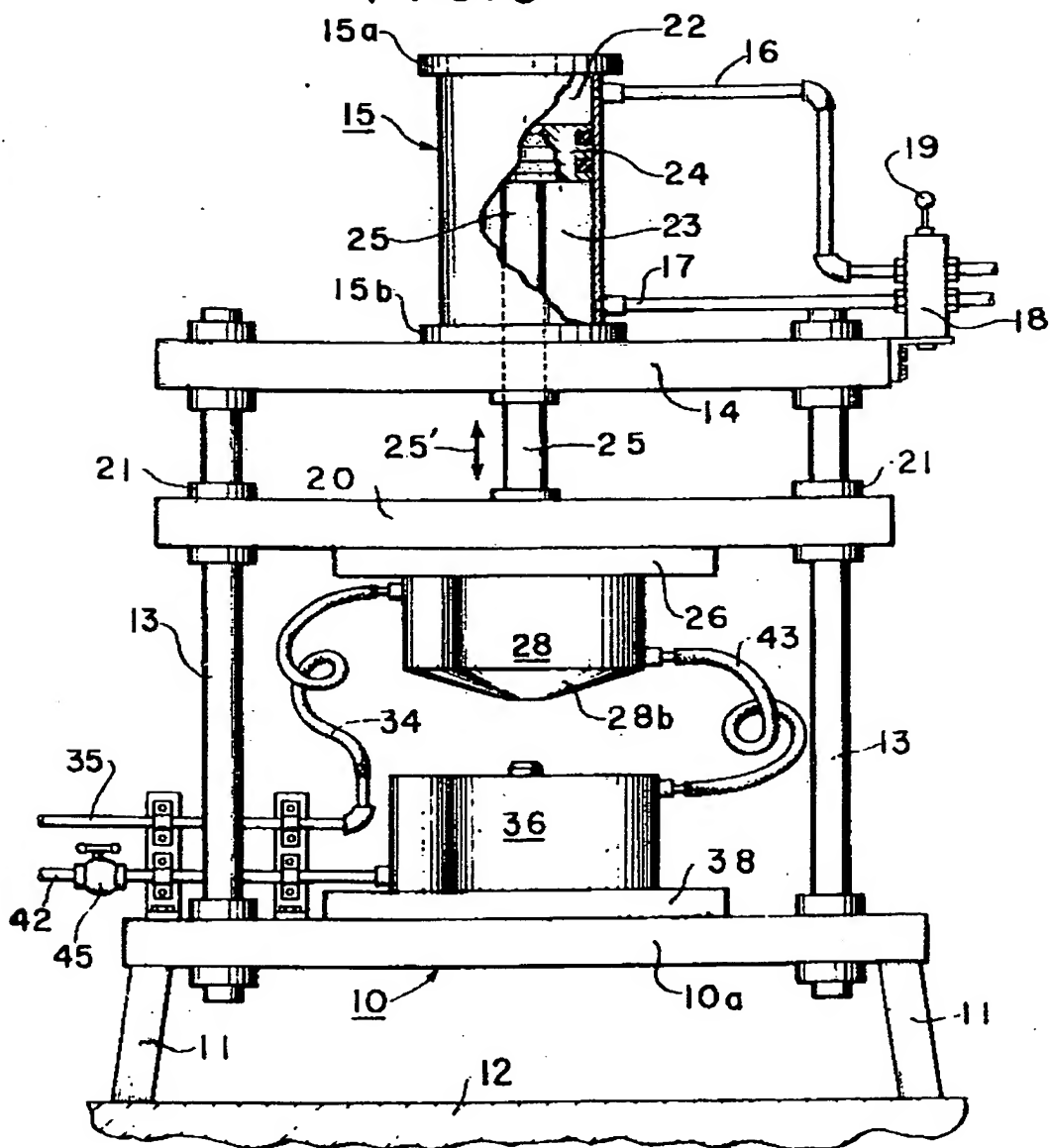
FIG. 6

Joulekapazitätsverhältnis
Joulekap. des Kühlwerkzeugs
Joulekap. des abzukühlenden Stückes

11

Nummer: 2 003 306
 Int. Cl.: C 21 d, 7/14
 Deutsche Kl.: 18 c, 7/14
 Auslegungstag: 8. Februar 1973

FIG. 3



116

Nummer: 2 603 306
Int. Cl.: C 21 d, 7/14
Deutsche Kl.: 18 c, 7/14
Auslegungstag: 8. Februar 1973

FIG. 4

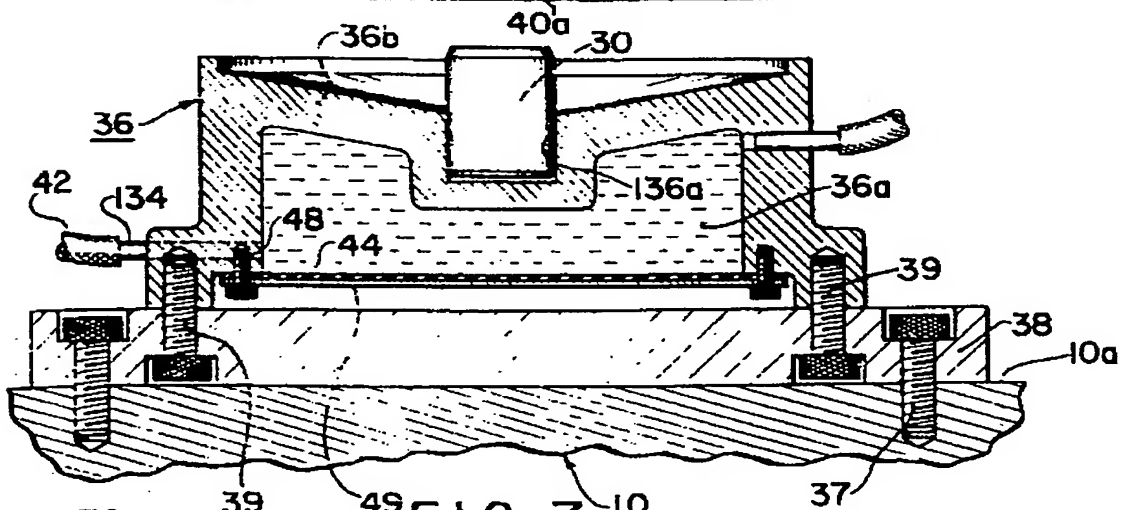
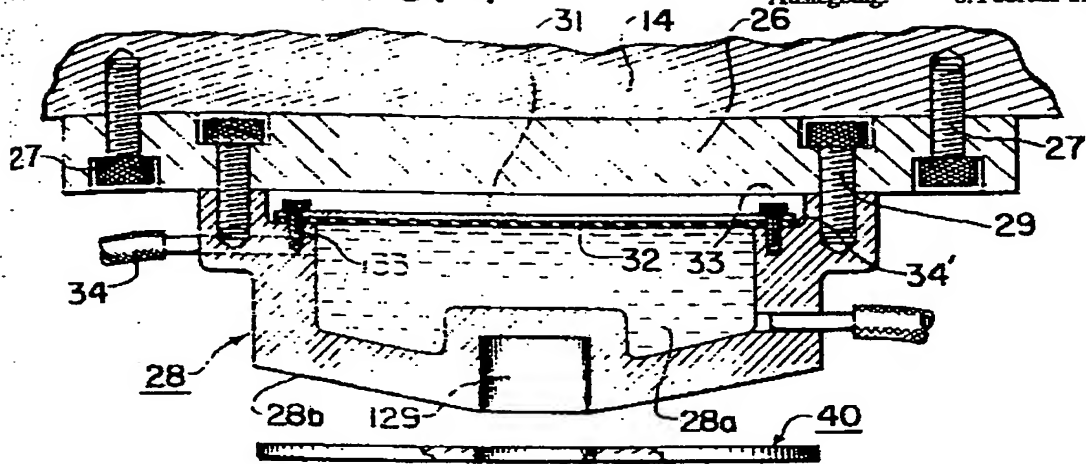
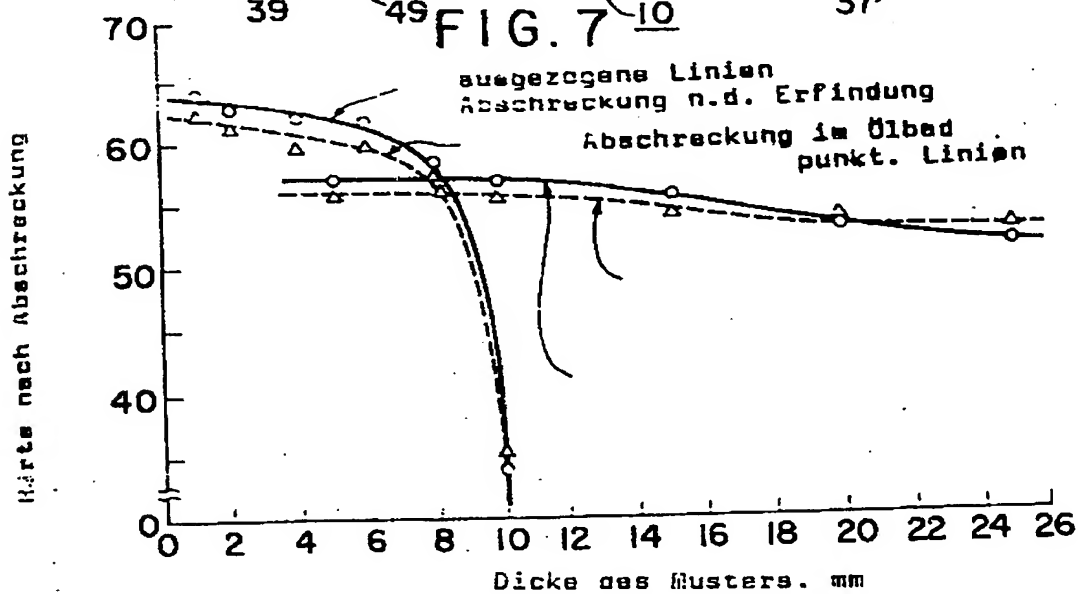


FIG. 7



13

Nummer: 2 003 306
 Int. Cl.: C 21 d, 7/14
 Deutsche Kl.: 18 c, 7/14
 Auslegungstag: 8. Februar 1973

FIG. 5

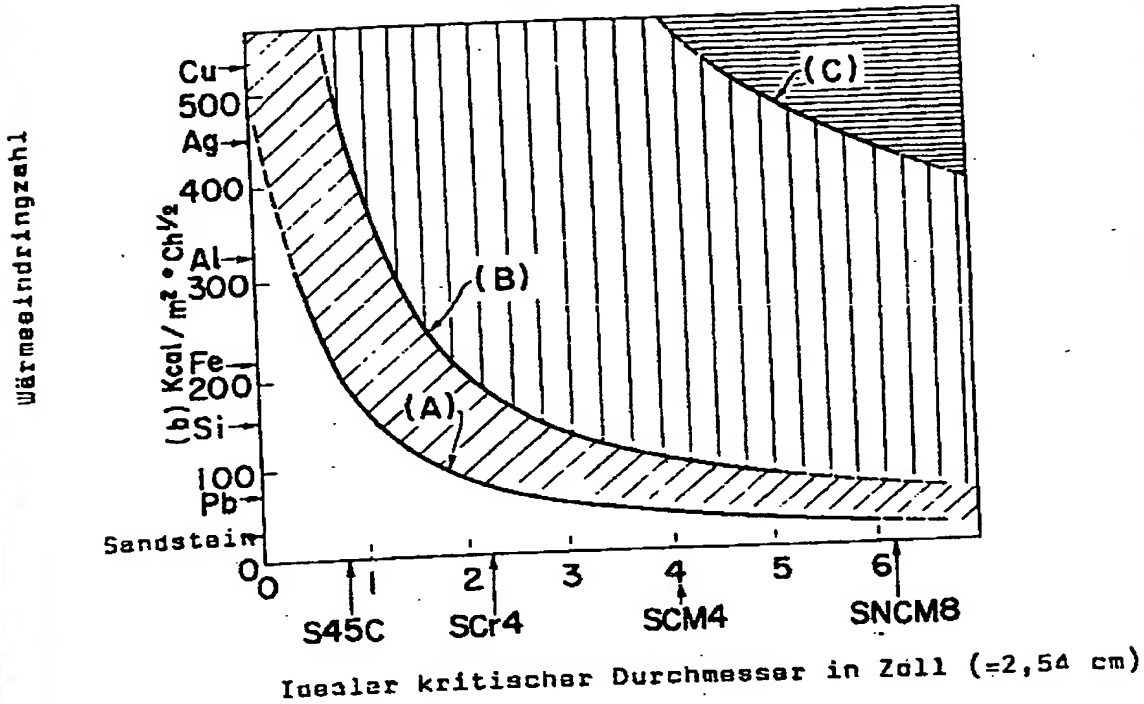


FIG. 8

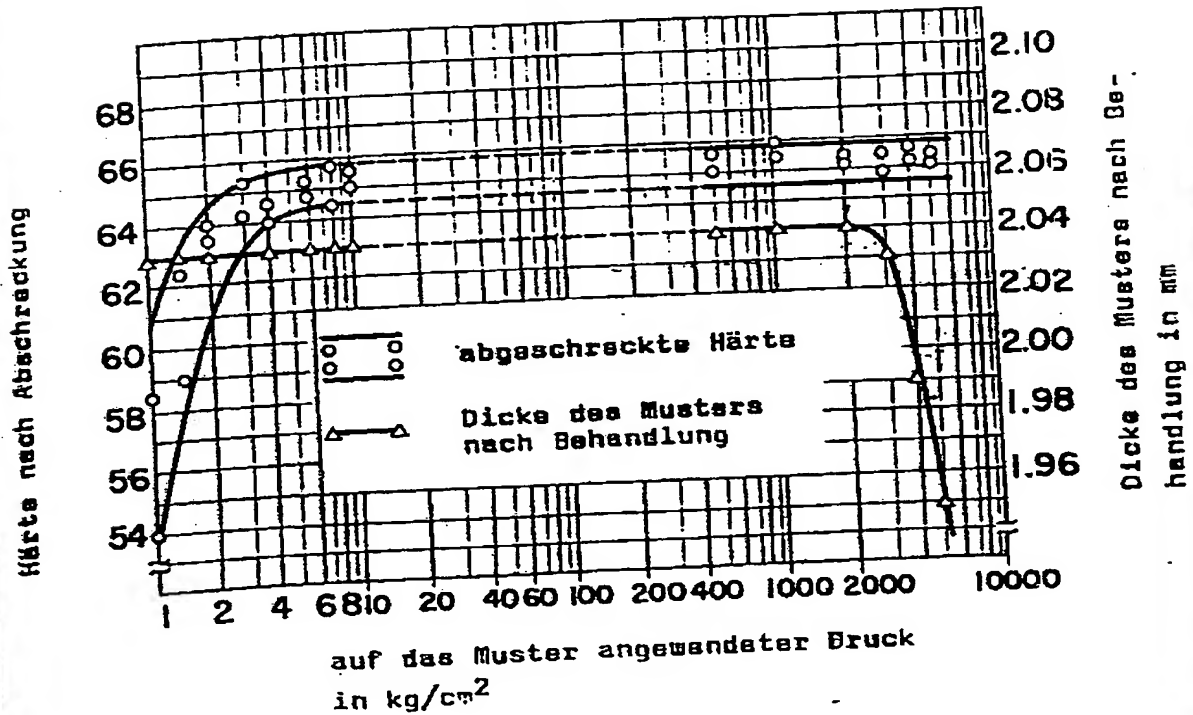


FIG. 9

Nummer: 2 003 306
Int. Cl.: C 21 d, 7/1
Deutsche Kl.: 18 c, 7/14
Auslegungstag: 8. Februar

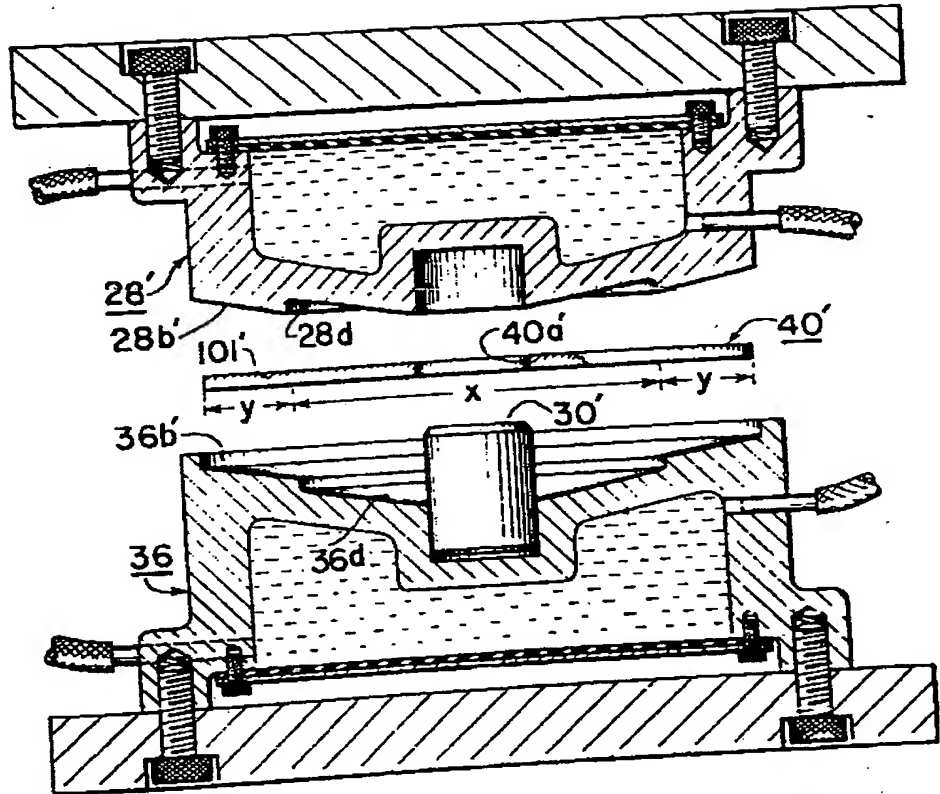
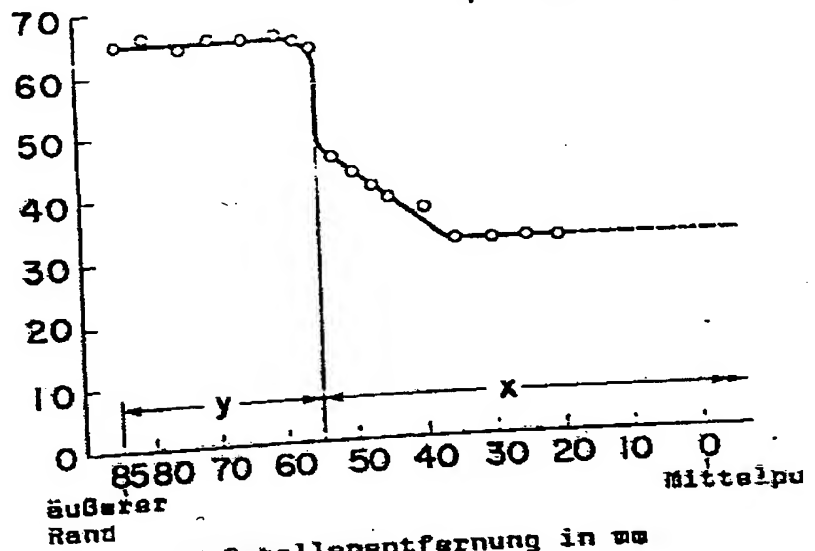


FIG. 10

Härte nach Abschreckung



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.